

日本国特許庁

23.08.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 8月27日

REC'D 13 OCT 2000

WIPO

PCT

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第241427号

出願人
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

JP 00/05624

E-KU

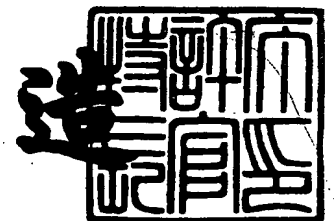
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3078662

【書類名】 特許願

【整理番号】 TYL99017

【提出日】 平成11年 8月27日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市住吉町2丁目30番地の7 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 萩原 正明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市住吉町2丁目30番地の7 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 稲沢 剛一郎

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 内藤 和香子

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095957

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀谷 美明

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100096389

【弁理士】

【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング方法およびプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理室内に導入された処理ガスをプラズマ化し、前記処理室内に配された被処理体に形成された Cu 層上の SiN_x 層をエッチングするエッチング方法において、

前記処理ガスは、 C と H と F から構成されるガスと、 O_2 とを含むことを特徴とする、エッチング方法。

【請求項 2】 前記 C と H と F から構成されるガスは、 CH_2F_2 であることを特徴とする、請求項 1 に記載のエッチング方法。

【請求項 3】 前記 C と H と F から構成されるガスは、 CH_3F であることを特徴とする、請求項 1 に記載のエッチング方法。

【請求項 4】 前記 C と H と F から構成されるガスは、 CHF_3 であることを特徴とする、請求項 1 に記載のエッチング方法。

【請求項 5】 前記処理ガスには、不活性ガスが添加されることを特徴とする、請求項 1, 2, 3 または 4 のいずれかに記載のエッチング方法。

【請求項 6】 前記請求項 1, 2, 3, 4, 5 または 6 のいずれかに記載のエッチング方法により、所定のパターンが形成されたフォトリジスト層を用いて前記 SiN_x 層をエッチングする工程と；

前記エッチング工程の後に、前記フォトリジスト層をアッシングする工程と；

前記アッシング工程の後に、前記処理室内に H_2 を導入し、前記 H_2 をプラズマ化して、露出した前記 Cu 層にプラズマ処理を施す工程と；

を含むことを特徴とする、プラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エッチング方法およびプラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、半導体装置の超高集積化傾向に伴い、金属配線のデザインルールの超微細化が技術的要求項目の一つに挙げられている。しかし、従来の Al や Al 合金などの Al 系配線では、配線の微細化に伴って電気抵抗値が無視できなくなり、半導体装置の動作速度を低下させる配線遅延が生じ易くなる。そこで、最近、配線材料として、Al よりも電気抵抗値が小さい Cu を採用する技術が提案されている。ただし、Cu は、Al よりも酸化し易い性質を有している。このため、半導体製造工程では、Cu 配線層を非 O₂ 含有材料層、例えば SiN_x 層で覆い、Cu 配線層が O₂ に曝されて酸化することを防止する試みがなされている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、多層配線構造の半導体装置などで、Cu 配線と他の配線を接続する場合には、SiN_x 層をエッチングし、SiN_x 層に Cu 配線層が露出する接続孔、例えばビアホールを形成する必要がある。しかしながら、SiN_x 層をエッチングするプラズマエッチング処理では、一般的に O₂ を含有した CF (フルオロカーボン) 系の処理ガスが使用されている。このため、エッチング処理時に、露出した Cu 配線層の表面が O₂ によって酸化されたり、あるいは酸化化合物が Cu 配線層に形成される。その結果、上記反応生成物により、Cu 配線と他の配線との接続部の電気抵抗値が大きくなり、半導体装置のデバイス特性が悪くなるという問題点がある。

【0004】

本発明は、従来の技術が有する上記問題点に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、上記問題点およびその他の問題点を解決することが可能な、新規かつ改良されたエッチング方法およびプラズマ処理方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 の観点によれば、請求項 1 に記載の発明のように、処理室内に導入された処理ガスをプラズマ化し、処理室内に配された被処理体に形成された Cu 層上の SiN_x 層をエッチングするエッチング方法において、処理ガスは、C と H と F から構成されるガスと、O₂ とを含むこと

を特徴とするエッチング方法が提供される。

【0006】

本発明にかかるCとHとFから構成されるガスを用いてエッチングを行えば、Cu層の露出面が酸化し難くなる。また、該効果は、 O_2 の有無に関わらず、維持される。このため、Cu層の露出面に、例えば配線を接続する場合でも、接続部の電気抵抗値が大きくなることがない。また、CとHとFから構成されるガスに O_2 を添加すると、逆にCu層の酸化をさらに抑制できる。

【0007】

また、CとHとFから構成されるガスとして、例えば請求項2に記載の発明のように CH_2F_2 を採用したり、例えば請求項3に記載の発明のように CH_3F を採用したり、例えば請求項4に記載の発明のように CHF_3 を採用することが好ましい。

【0008】

また、処理ガスに、例えば請求項5に記載の発明のように、不活性ガスを添加することが好ましい。かかる不活性ガスを処理ガスに添加すれば、処理室内に導入する処理ガス導入量を所定量に維持しながら、CとHとFから構成されるガスと O_2 の含有量をプロセスに応じて適宜変更できる。

【0009】

また、本発明の第2の観点によれば、請求項6に記載の発明のように、請求項1、2、3、4、5または6のいずれかに記載のエッチング方法により、所定のパターンが形成されたフォトリジスト層を用いて SiN_x 層をエッチングする工程と、エッチング工程の後にフォトリジスト層をアッシングする工程と、アッシング工程の後に処理室内に H_2 を導入し、 H_2 をプラズマ化して、露出したCu層にプラズマ処理を施す工程と、を含むことを特徴とするプラズマ処理方法が提供される。

【0010】

Cu層の露出面の酸化は、請求項1、2、3、4、5または6のいずれかに記載のエッチング方法によってエッチング処理を行っても、完全に防止することは困難である。さらに、Cu層の露出面は、アッシング時にも酸化される場合があ

る。また、エッチング処理時の処理ガスに、C F系ガスを使用すると、C u層の露出面にC（炭素原子）やF（フッ素原子）が打ち込まれることがある。そこで、本願発明のように、エッチング処理およびアッシング処理後に、H₂プラズマにより、C u層の表面処理を行えば、酸化されたC uを還元でき、さらにCやFも除去できる。その結果、C u配線と他の配線との接続部での電気抵抗値の上昇を、さらに抑制することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下に、添付図面を参照しながら本発明にかかるエッチング方法およびプラズマ処理方法の好適な実施の一形態について、詳細に説明する。

【0012】

（1）エッチング方法

はじめに、本実施の形態のエッチング方法について説明する。

（a）エッチング装置の全体構成

まず、図1を参照しながら、本実施の形態にかかるエッチング方法を適用可能なプラズマ処理装置100について概略する。処理室102は、気密な処理容器104内に形成されている。処理容器104の周囲には、磁石106が配置され、処理室102内に回転磁界を形成できる。また、処理室102内には、被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）Wを載置可能な下部電極108が配置されている。また、処理室102内には、下部電極108の載置面と対向して上部電極110が配置されている。

【0013】

上部電極110には、多数のガス吐出孔110aが形成されている。ガス吐出孔110aには、第1～第3開閉バルブ112、114、116と、第1～第3流量調整バルブ118、120、122とを介して、第1～第3ガス供給源124、126、128が接続されている。第1～第3ガス供給源124、126、128には、本実施の形態にかかる処理ガスを構成するCH₂F₂とO₂とArが各々蓄えられている。かかる構成により、処理室102内には、ガス吐出孔110aを介して、各々所定流量のCH₂F₂とO₂とArから成る処理ガスが導

入される。なお、上記処理ガスを用いたエッチング処理については、後述する。

【0014】

また、処理室102内に導入された処理ガスは、高周波電源130から出力された高周波電力を整合器132を介して下部電極108に印加するとプラズマ化される。また、処理室102内のガスは、下部電極108の周囲に設けられたバップル板134と、排気管136を介して排気される。なお、プラズマ処理装置100は、エッチング処理だけではなく、後述するアッシング処理およびCu層204の表面処理も行うことが可能に構成されている。

【0015】

(b) エッチング処理

次に、図1および図2を参照しながら、本実施の形態にかかる処理ガスを用いてウェハWにエッチング処理を行う場合について詳述する。なお、図2(a)は、 SiN_x 層206をエッチングする前のウェハWを示す概略的な断面図である。また、図2(b)は、 SiN_x 層206をエッチングした後のウェハWを示す概略的な断面図である。

【0016】

処理を施すウェハWには、例えば図2(a)に示すように、第1 SiO_2 層200にバリアメタル層としてのTa₂N層202を介してCu層(Cu配線層)204が形成されている。また、Cu層204上には、本実施の形態によりエッチング処理を施す SiN_x 層206が形成され、Cu層204の酸化を防いでいる。また、 SiN_x 層206上には、層間絶縁膜としての第2 SiO_2 層208と、所定のパターンが形成されたフォトレジスト層210が順次積層されている。

【0017】

図2(a)に示すように、所定のエッチング処理により、第2 SiO_2 層208に SiN_x 層206まで達するビアホール212を形成した後、本実施の形態にかかるエッチング処理を行う。すなわち、まず処理室102内に導入する処理ガスを、第2 SiO_2 層208をエッチングした処理ガスから、本実施の形態の特徴である CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスに切り替える。この際、 CH_2F_2 と O_2 とArの流量比($\text{CH}_2\text{F}_2/\text{O}_2/\text{Ar}$)は、それぞれ例えば

10 sccm \sim 30 sccm/10 sccm \sim 30 sccm/100 sccm \sim 200 sccmに設定する。また、処理室102内の圧力は、例えば30 mTorr \sim 100 mTorrに設定する。その後、下部電極108に、例えば13.56 MHzで300 W \sim 1000 Wの高周波電力を印加する。

【0018】

かかる高周波電力の印加により、処理ガスが解離してプラズマが生成される。その結果、図2(b)に示すように、上記プラズマによりSiN_x層206がエッチングされ、底部にCu層204の上面が露出するビアホール212が形成される。この際、Cu層204の表面は、CH₂F₂とO₂とArから成る処理ガスでSiN_x層206をエッチングしたので、後述の実施例で説明するように、ほとんど酸化することがない。

【0019】

(c) 実施例

次に、図3および図4を参照しながら、本実施の形態の実施例について説明する。なお、図3(a)、(b)および図4(a)、(b)は、それぞれCu層204表面からの深さと、該深さでのCu層204中に含まれる元素の含有量との関係を示す概略的な説明図である。また、Cu層204は、Cu層204の露出面に所定圧力のArを吹き付けて徐々に削った。

【0020】

本実施例は、上述したプラズマ処理装置100を用いて、図2(a)に示すウェハWのSiN_x層206にエッチング処理したものである。処理ガスの流量比は、CH₂F₂/O₂/Ar=20 sccm/10 sccm/100 sccmに設定した。また、処理室102内の圧力は、50 mTorrに設定した。また、下部電極108には、13.56 MHzで500 Wの高周波電力を印加した。かかる条件でエッチング処理を行ったところ、図3(a)に示す結果を得た。図3(a)に示すように、CH₂F₂とO₂とArから成る処理ガスを使用した場合には、Cu層204がほとんど酸化せず、またCやFもほとんど打ち込まれなかった。従って、上記処理ガスは、Cu層204の損傷防止に有効であることがわかる。

【0021】

次に、上記実施例の比較例として、 CF_4 と Ar から成る処理ガスを用いてエッチング処理を行ったところ、図3 (b) に示す結果を得た。なお、 CF_4 と Ar から成る処理ガスは、一般的に SiO_2 層 208 や SiN_x 層 206 のエッチング処理に用いられるガスである。また、処理ガスの流量比は、 $\text{CF}_4/\text{Ar} = 20\text{ sccm}/100\text{ sccm}$ に設定した。その他の処理条件は、上記と同様である。図3 (b) に示すように、 CF_4 と Ar から成る処理ガスを使用した場合には、上述した CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスを使用した場合よりも、より深い所まで Cu 層 204 が酸化し、C や F が打ち込まれた。このため、 CF_4 と Ar から成る処理ガスでは、Cu 層 204 に損傷を与え易いことがわかる。

【0022】

また、処理ガスに含まれる O_2 の影響について調べるために、 O_2 に代えて N_2 を添加した CH_2F_2 と N_2 と Ar から成る処理ガスを用いてエッチング処理を行ったところ、図4 (a) に示す結果を得た。なお、処理ガスの流量比は、 CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスと同様に、 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{N}_2/\text{Ar} = 20\text{ sccm}/10\text{ sccm}/100\text{ sccm}$ に設定した。その他の処理条件は、上記と同様である。図4 (a) に示すように、 CH_2F_2 と N_2 と Ar から成る処理ガスを使用した場合には、上記 CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスや、 CF_4 と Ar から成る処理ガスを使用した場合よりも、さらに深いところまで Cu 層 204 が酸化し、C や F が打ち込まれた。このため、 CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスに O_2 が含まれていても、Cu 層 204 に影響を与えず、逆に Cu 層 204 層の保護に有効であることがわかる。

【0023】

なお、エッチング処理をせず、大気中に曝した Cu 層 204 に対して上記と同様の測定を行ったところ、図4 (b) に示す結果を得た。

【0024】

以上のように、 CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスから生成されたプラズマにより、Cu 層 204 を被覆する SiN_x 層 206 をエッチングすれば、露

出したCu層204の酸化が抑制され、 CH_2F_2 の構成元素であるCやFがCu層204に打ち込まれることを軽減できる。その結果、Cu層204の露出面に他の配線を接続しても、接続部の電気抵抗値が大きくなる。

【0025】

(2) アッシング方法

次に、ウェハWに形成されているフォトリジスト層210のアッシング方法について説明する。半導体装置の製造工程では、通常、エッチング処理の後にアッシング処理を行い、エッチングマスクとしてのフォトリジスト層210を除去している。ただし、従来のアッシング方法では、エッチング処理時には酸化してなかったCu層204が酸化される恐れがある。そこで、Cu層204を有するウェハWに対しては、以下の方法によりアッシング処理を施すことが好ましい。

【0026】

すなわち、上述したエッチング処理後、ウェハWを下部電極108上に載置したまま、ウェハWの温度を 100°C 以下、好ましくは 40°C に維持する。ウェハWの温度調整は、下部電極108に内装された不図示の温度調整機構により行う。また、処理室102内には、例えば O_2 から成る処理ガスを、例えば200 sccmの流量で導入する。その後、下部電極108に、例えば13.56 MHzで1000 Wの高周波電力を印加する。該電力の印加により、処理ガスがプラズマ化して図2(b)に示すウェハWのフォトリジスト層210が除去される。

【0027】

かかる処理によれば、ウェハWを 100°C 以下の温度に維持しながら、アッシング処理を行うので、Cu層204の酸化を抑制できる。このため、Cu層204を、アッシング処理後でも、エッチング処理後と実質的に同一の状態に維持することができる。

【0028】

(3) Cu層の表面処理方法

次に、Cu層204の表面処理方法について説明する。Cu層204の酸化、およびCやFの混入は、上述したエッチング方法およびアッシング方法により処理を行っても、完全に防止することは困難である。そこで、Cu層204に対し

，以下の表面処理を行うことが好ましい。

【0029】

すなわち、上述したエッチング処理およびアッシング処理後、ウェハWを処理室102内に配置したままで、処理室102内に導入する処理ガスを H_2 に切り替える。 H_2 の流量は、例えば200 s c c mに設定する。また、処理室102内の圧力は、例えば50 m T o r rに設定する。その後、下部電極108に、例えば13.56 MHzで1000 Wの高周波電力を印加し、処理室102内に H_2 プラズマを生成する。該 H_2 プラズマにより、Cu層204の酸化されていたCuが還元される。同時に、Cu層204にイオン衝撃が加えられるので、エッチング処理時にCu層204に打ち込まれたCやFも除去される。その結果、O（酸素原子）やCやFが存在しないCu層204を形成することができる。

【0030】

また、 H_2 プラズマ処理前と処理後のCu層204について、上述したエッチング方法の実施例で説明した測定法で、Cu層204表面からの深さと、該深さでのCu層204中に含まれるOとCとFの含有量との関係を調べた。その結果、Cu層204の表面から30 ÅまでのOとCとFとの割合は、処理前よりも処理後の方がかなり減少していた。

【0031】

また、上記方法によれば、エッチング処理およびアッシング処理を行うプラズマ処理装置100で、Cu層204の表面処理を行うことができる。このため、Cu層204の表面処理を、他の処理装置で行う必要がない。その結果、プラズマ処理装置100での連続処理が可能となり、スループットの向上および低コスト化を図ることができる。

【0032】

以上、本発明の好適な実施の一形態について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例および修正例に想到し得るものであり、それら変更例および修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0033】

例えば、上記実施の形態において、エッチング処理ガスの構成ガスに CH_2F_2 を使用する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、 CH_2F_2 に代えて、 CH_2F_2 や CH_3F や CHF_3 を使用しても上述した作用効果を奏することができる。

【0034】

また、上記実施の形態において、エッチング処理ガスにArを添加する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、Arに代えて、Heなどの不活性ガスを使用したり、あるいは不活性ガスを添加しなくても本発明を実施することができる。

【0035】

また、上記実施の形態において、エッチング処理とアッシング処理とCu層の表面処理を同一のプラズマ処理装置で行う構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、上記各処理をそれぞれ他のプラズマ処理装置で行っても本発明を実施することができる。

【0036】

【発明の効果】

本発明によれば、Cu層への他の元素の混入を最小限に止めながら、Cu層上の SiN_x 層をエッチングすることができる。さらに、 H_2 を用いたプラズマ処理で、Cu層に存在する他の元素を除去することができる。その結果、Cu層の劣化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用可能なプラズマ処理装置を示す概略的な断面図である。

【図2】

本発明のエッチング方法により処理を施す前後のウェハを示す概略的な断面図である。

【図3】

本発明にかかるエッチング方法の実施例を説明するための概略的な説明図であ

る。

【図 4】

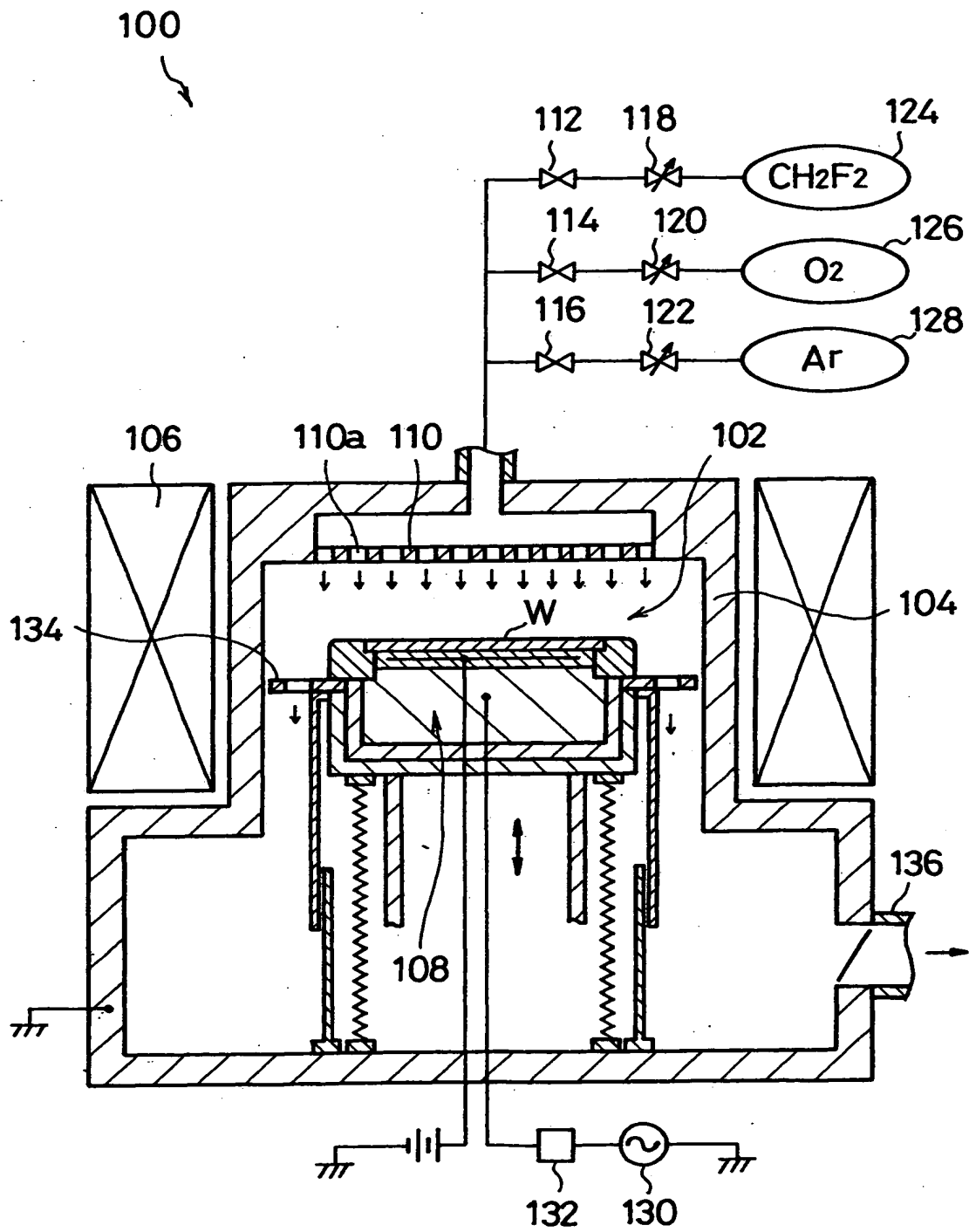
本発明にかかるエッチング方法の実施例を説明するための概略的な説明図である。

【符号の説明】

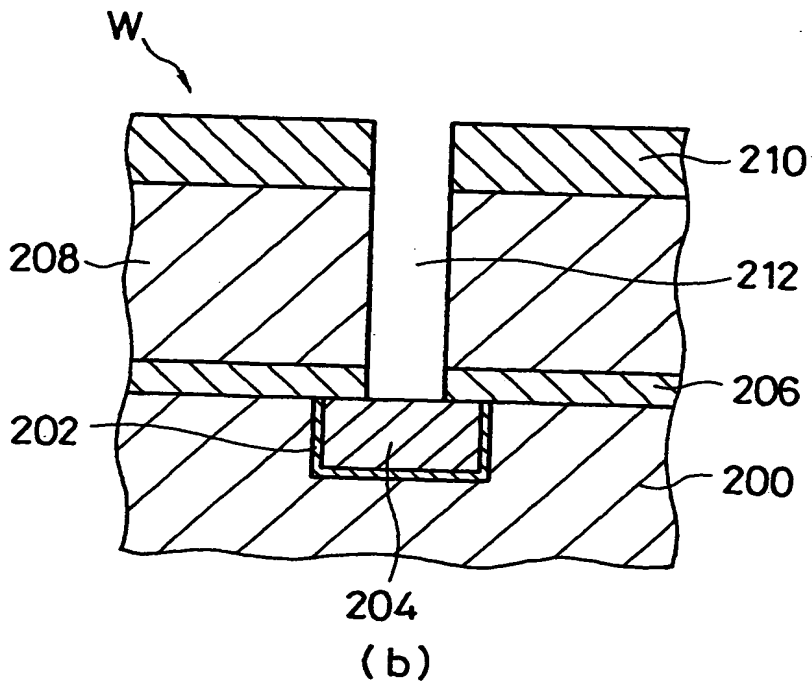
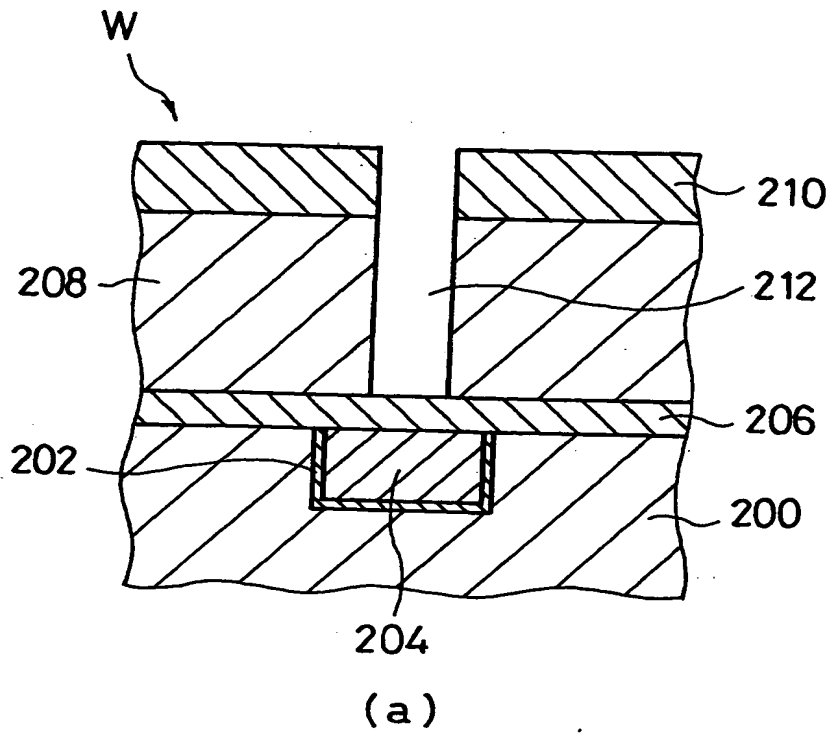
1 0 0	プラズマ処理装置
1 0 2	処理室
1 0 8	下部電極
1 1 0	上部電極
1 1 0 a	ガス吐出孔
1 2 4, 1 2 6, 1 2 8	第 1 ～ 第 3 ガス供給源
1 3 0	高周波電源
2 0 4	Cu 層
2 0 6	SiN _x 層
W	ウェハ

【書類名】 図面

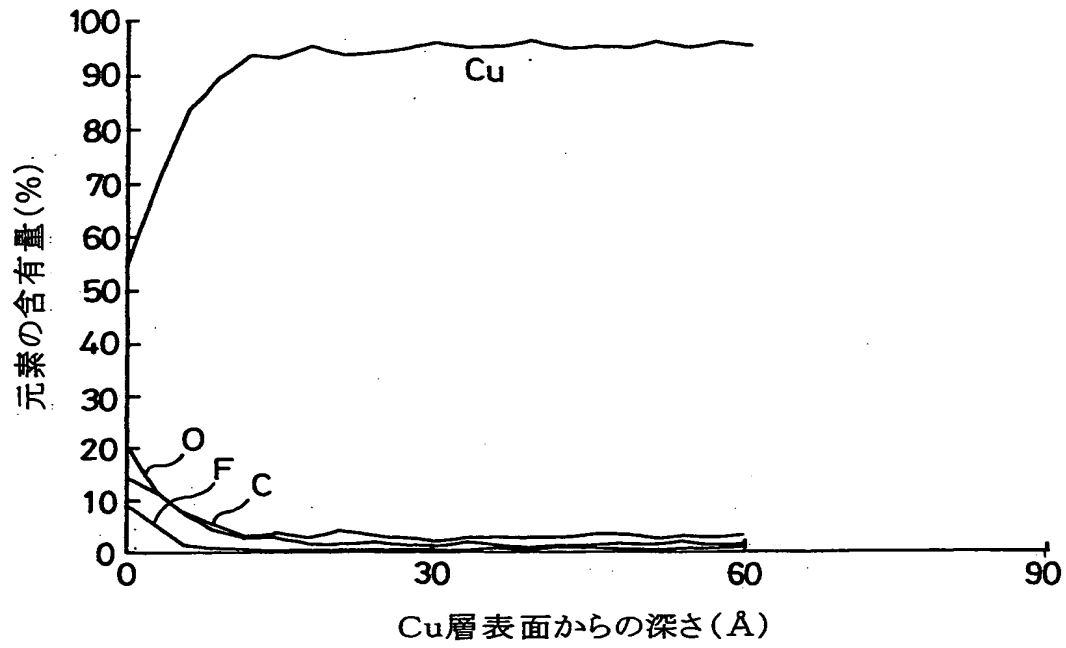
【図 1】



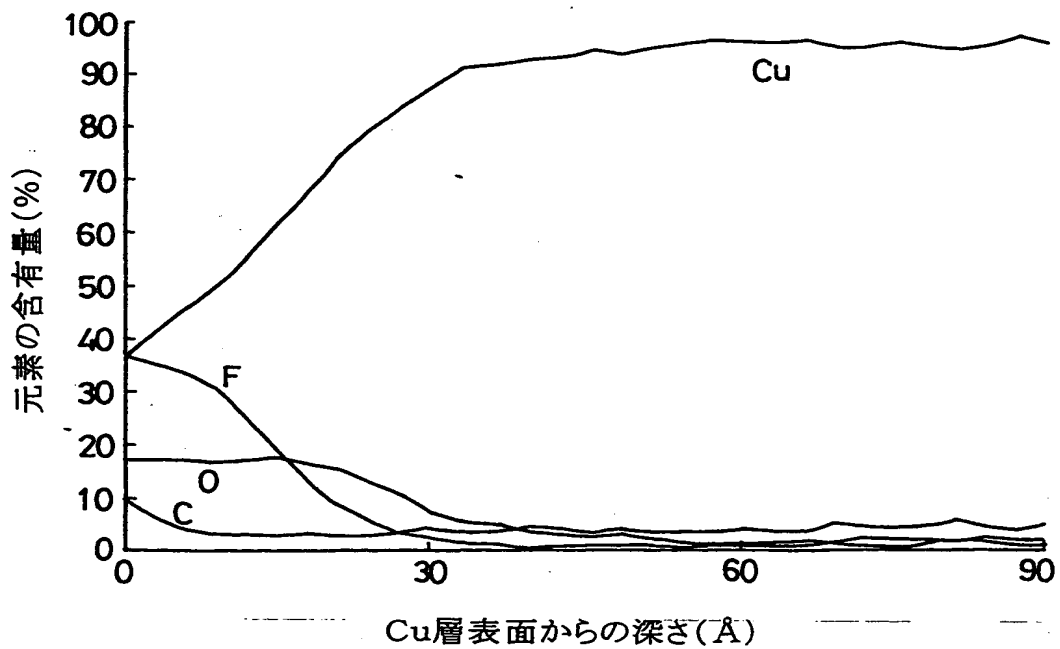
【図 2】



【図 3】

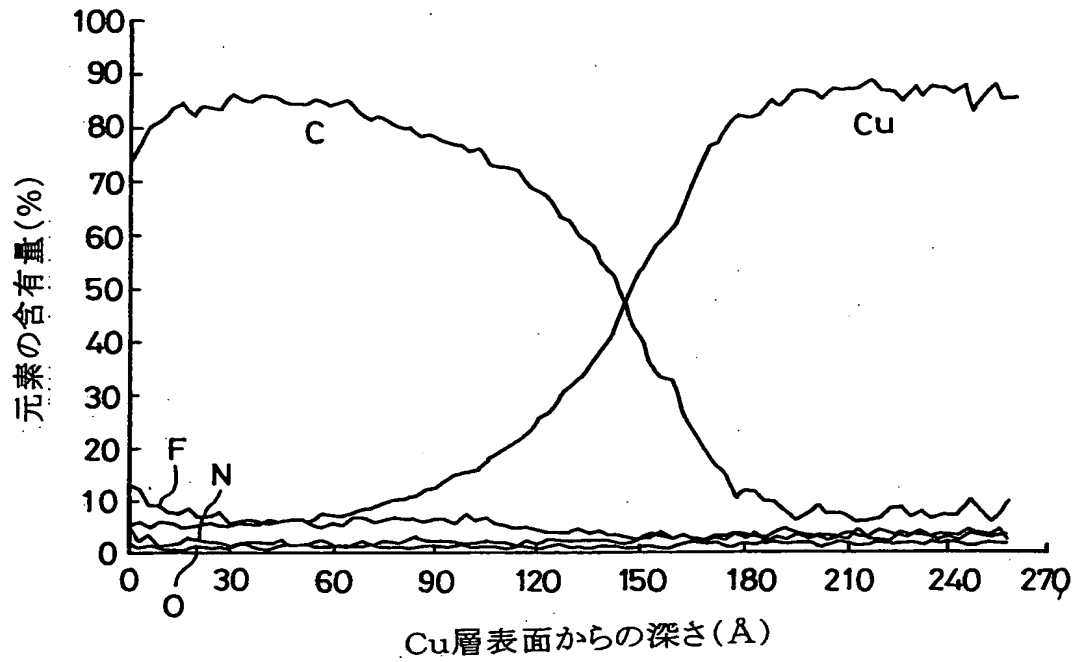


(a)

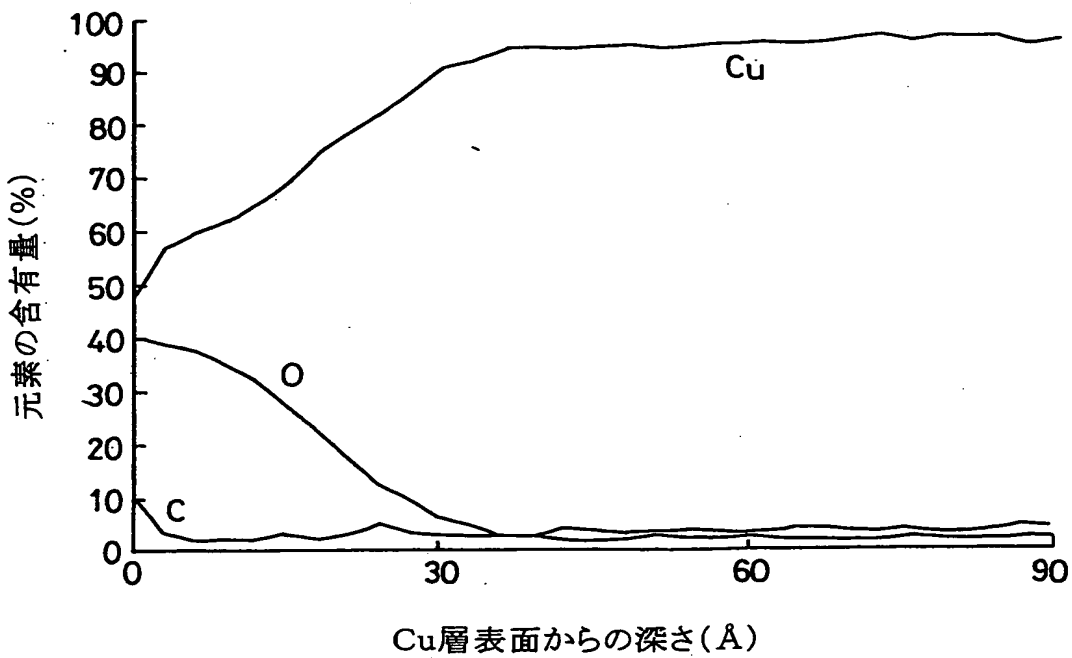


(b)

【図 4】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Cu層が酸化され難いSiN_x層のエッチング方法を提供する。

【解決手段】 プラズマ処理装置100の処理室102内に、CH₂F₂とO₂とArから成る処理ガスを導入する。処理ガスの流量比は、CH₂F₂/O₂/Ar=20sccm/10sccm/100sccmに設定する。また、処理室102内の圧力は、50mTorrに設定する。ウェハWが載置された下部電極108に、13.56MHzで500Wの高周波電力を印加する。処理ガスがプラズマ化され、Cu層204上に形成されたSiN_x層206がエッチングされる。露出したCu層204は、ほとんど酸化されず、またCやFが打ち込まれない。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)